

(10) 【発行国】日本国特許庁 (JP)

(12) 【公報種別】公開特許公報 (A)

(11) 【公開番号】特開平 8-321499

(43) 【公開日】平成 8 年 (1996) 12 月 3 日

(54) 【発明の名称】珪素化合物膜およびその形成方法

(51) 【国際特許分類第 6 版】

H01L 21/314

21/205

21/3065

21/31

21/316

【F I】

H01L 21/314 A

21/205

21/31 C

21/316 X

21/302 C

【審査請求】未請求

【請求項の数】15

【出願形態】OL

【全頁数】7

(21) 【出願番号】特願平 8-62797

(22) 【出願日】平成 8 年 (1996) 3 月 19 日

(31) 【優先権主張番号】特願平 7-61005

(32) 【優先日】平 7 (1995) 3 月 20 日

(33) 【優先権主張国】日本 (JP)

(19) [Publication Office] Japanese Patent Office (JP) □ □

(12) [Kind of Document] Japan Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application (A)] Japan Unexamined Patent Publication Hei 8-321499

(43) [Publication Date of Unexamined Application] 1996 (1996) December 3 days

(54) [Title of Invention] SILICON COMPOUND MEMBRANE AND ITS FORMATION METHOD

(51) [International Patent Classification 6th Edition]

H01L 21/314

21/205

21/3065

21/31

21/316

[FI]

H01L 21/314 A

21/205

21/31 C

21/316 X

21/302 C

[Request for Examination] Examination not requested

[Number of Claims] 15

[Form of Application] OL

[Number of Pages in Document] 7

(21) [Application Number] Japan Patent Application Hei 8-62797

(22) [Application Date] 1996 (1996) March 19 day

(31) [Priority Application Number] Japan Patent Application Hei 7-61005

(32) [Priority Date] Flat 7(1995) March 20 day

(33) [Priority Country] Japan (JP)

(71) 【出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 【発明者】

【氏名】 福山 俊一

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 山口 城

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 中田 義弘

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 片山 倫子

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

(74) 【代理人】

【弁理士】

(57) 【要約】

【課題】 半導体製造工程に用いられる熱処理工程で酸化や分解を生じず、吸湿性が低く、かつ、酸素プラズマ処理により酸化を受けることのない膜を形成することが可能であり、3.0以下の誘電率を実現できる材料を提供する。

【解決手段】 下記一般式(1)、



【上式中、 $R^1$  は炭素数1～6のアルキル基を表し、 $R^2$  は水素原子または炭素数1～3のアルコキシ基を表し、 $x$  は1～3の整数である】で表される有機シラン化合物とフッ素またはフッ素化合物とから誘導されたフッ素含有有機

(71) [Applicant]

[Applicant Code] 000005223

[Name] FUJITSU LTD. (DB 69-053-5281)

[Address] Kanagawa Prefecture Kawasaki City Nakahara-ku Kamikodanaka 4-1-1

(72) [Inventor]

[Name] Fukuyama Sunichi

[Address] Inside of Kanagawa Prefecture Kawasaki City Nakahara-ku Kamikodanaka 1015 Fujitsu Ltd. (DB 69-053-5281)

(72) [Inventor]

[Name] Yamaguchi castle

[Address] Inside of Kanagawa Prefecture Kawasaki City Nakahara-ku Kamikodanaka 1015 Fujitsu Ltd. (DB 69-053-5281)

(72) [Inventor]

[Name] Nakata Yoshihiro

[Address] Inside of Kanagawa Prefecture Kawasaki City Nakahara-ku Kamikodanaka 1015 Fujitsu Ltd. (DB 69-053-5281)

(72) [Inventor]

[Name] Katayama Rinko

[Address] Inside of Kanagawa Prefecture Kawasaki City Nakahara-ku Kamikodanaka 1015 Fujitsu Ltd. (DB 69-053-5281)

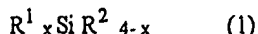
(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Patent Attorney]

(57) [Abstract]

【Problem】 Oxidation and disassembly are not caused with thermal processing step which is used for semiconductor manufacture step, it is possible, to form film which does not have the fact that moisture absorption is low, at same time, receives oxidation with oxygen plasma treatment material which can actualize dielectric constant of 3.0 or below is offered.

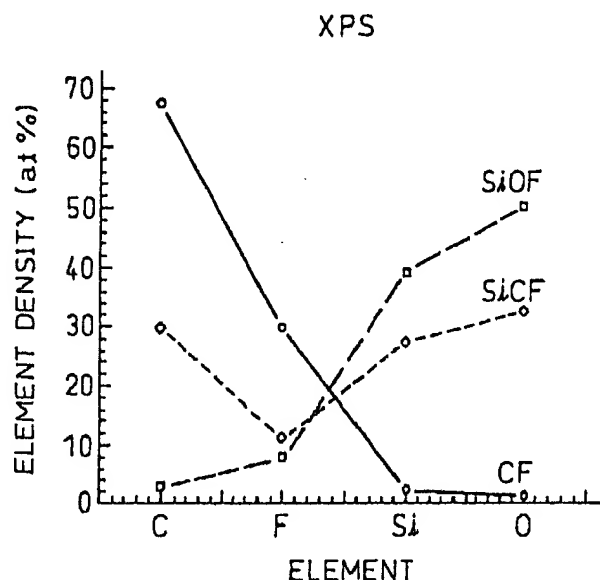
【Means of Solution】 Below-mentioned General Formula (1),



It consists of fluorocarbon group-containing silicon compound by doing plasma CVD in atmosphere which includes gas of fluorine containing organosilane compound which is displayed with (In above equation,  $R^1$  displays carbon number 1 to 6 alkyl group,

シラン化合物のガスを含む雰囲気中でプラズマCVDを行うことにより、フッ化炭素基含有珪素化合物からなり、3.0以下の誘電率を有する珪素化合物膜を得る。

$R^2$  displays the hydrogen atom or carbon number 1 to 3 alkoxy group,  $x$  is integer of 1 to 3. ), was induced from organosilane compound and fluorine or fluorine compound, it obtains the silicon compound film which possesses dielectric constant of 3.0 or below.



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記一般式(1)、

$R^1 \times SiR^2_{4-x}$  (1) [上式中、 $R^1$  は炭素数1～6のアルキル基を表し、 $R^2$  は水素原子または炭素数1～3のアルコキシ基を表し、 $x$  は1～3の整数である] で表される有機シラン化合物とフッ素またはフッ素化合物とから誘導されたフッ素含有有機シラン化合物のガスを含む雰囲気中でプラズマCVDを行うことにより得られたフッ化炭素基含有珪素化合物からなり、3.0以下の誘電率を有する珪素化合物膜。

【請求項2】 フッ化炭素基含有珪素化合物がフッ化炭素基含有酸化珪素化合物、フッ化炭素基含有窒化珪素化合物またはフッ化炭素基含有窒化酸化珪素化合物である請求項1記載の珪素化合物膜。

【請求項3】 下記一般式(1)、



[上式中、 $R^1$  は炭素数1～6のアルキル基を表し、 $R^2$  は水素原子または炭素数1～3のアルコキシ基を表し、 $x$  は1～3の整数である] で表される有機シラン化合物とフッ素またはフッ素化合物とから誘導されたフッ素含有有機シラン化合物のガスを含む雰囲気中でプラズマCVDを行

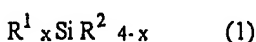
#### 【Claim(s)]

[Claim 1] Below-mentioned General Formula (1),

Silicon compound film which consists of fluorocarbon group-containing silicon compound which it acquires by doing the plasma CVD in atmosphere which includes gas of fluorine containing organosilane compound which was induced from organosilane compound and fluorine or fluorine compound being displayed with the  $R^1 \times SiR^2_{4-x}$  (1) (In above equation,  $R^1$  displays carbon number 1 to 6 alkyl group,  $R^2$  displays the hydrogen atom or carbon number 1 to 3 alkoxy group,  $x$  is integer of 1 to 3. ) possesses dielectric constant of 3.0 or below.

[Claim 2] Silicon compound film which is stated in Claim 1 where the carbon fluoride group-containing silicon compound is carbon fluoride group-containing silicon oxide compound, the carbon fluoride group-containing nitriding silicon compound or carbon fluoride group-containing nitriding silicon oxide compound.

[Claim 3] Below-mentioned General Formula (1),



Formation method of silicon compound film which designates that plasma CVD is done in the atmosphere which includes gas of fluorine containing organosilane compound which was induced from the organosilane compound and fluorine or fluorine compound which are displayed with (In above equation,  $R^1$

シラン化合物のガスを含む雰囲気中でプラズマCVDを行うことを特徴とする珪素化合物膜の形成方法。

【請求項4】 フッ素含有有機シラン化合物のガスと酸素ガス、窒素ガスまたは酸化窒素ガスとを含む雰囲気中でプラズマCVDを行い、フッ化炭素基含有酸化珪素化合物、フッ化炭素基含有窒化珪素化合物またはフッ化炭素基含有窒化酸化珪素化合物が形成される請求項3記載の方法。

【請求項5】 フッ素含有有機シラン化合物のガスの生成とプラズマCVDが同一のチャンバ中で行われる請求項3または4記載の方法。

【請求項6】 フッ素含有有機シラン化合物のガスを第1のチャンバ中で生成させ、次いでこのガスを第2のチャンバに導入し、この第2のチャンバ中でプラズマCVDを行う請求項3または4記載の方法。

【請求項7】 フッ素化合物が、フッ化窒素化合物またはフッ化炭素化合物である請求項3～6のいずれかに記載の方法。

【請求項8】 請求項1または2記載の珪素化合物膜を絶縁膜として含む半導体装置。

【請求項9】 請求項1または2記載の珪素化合物膜を耐湿性保護膜として含む半導体装置。

【請求項10】 下記一般式(2)、



〔上式中、 $R^3$ は炭素数1～6のアルキル基またはアルコキシ基を表す〕で表される有機シラン化合物と酸素ガスを含む雰囲気中でプラズマCVDを行うことにより得られたフッ化炭素基含有珪素化合物からなる珪素化合物膜。

【請求項11】 下記一般式(2)、



〔上式中、 $R^3$ は炭素数1～6のアルキル基またはアルコキシ基を表す〕で表される有機シラン化合物と酸素ガスを含む雰囲気中でプラズマCVDを行うことを特徴とする珪素化合物膜の形成方法。

【請求項12】 前記雰囲気中にフッ素ガスが添加される請求項11記載の方法。

【請求項13】 フッ素ガスがフルオロカーボン、 $F_2$ ま

compound which are displayed with (In above equation,  $R$  displays carbon number 1 to 6 alkyl group,  $R^2$  displays the hydrogen atom or carbon number 1 to 3 alkoxy group,  $x$  is integer of 1 to 3.) as feature.

[Claim 4] Plasma CVD is done in atmosphere which includes with gas and the oxygen gas, nitrogen gas or nitrogen oxide gas of fluorine containing organosilane compound, method which is stated in Claim 3 where fluorocarbon group-containing silicon oxide compound, fluorocarbon group-containing nitriding silicon compound or fluorocarbon group-containing nitriding silicon oxide compound are formed.

[Claim 5] Method which is stated in Claim 3 or 4 where gas production and plasma CVD of fluorine containing organosilane compound are done in same chamber.

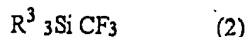
[Claim 6] Forming gas of fluorine containing organosilane compound in chamber of 1st, method which is stated in Claim 3 or 4 which introduces this gas into the chamber of 2nd next, does plasma CVD in chamber of this 2nd.

[Claim 7] Fluorine compound, is fluoride nitrogen compound or carbon fluoride compound, method which is stated in the any of Claim 3 to 6.

[Claim 8] Semiconductor device which includes silicon compound membrane which is stated in Claim 1 or 2 as the insulating film.

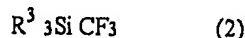
[Claim 9] Semiconductor device which includes silicon compound membrane which is stated in Claim 1 or 2 as the moisture resistance protective film.

[Claim 10] Below-mentioned General Formula (2),



Silicon compound film which consists of fluorocarbon group-containing silicon compound which is acquired by doing the plasma CVD in atmosphere which includes organosilane compound and oxygen gas which are displayed with (In above equation,  $R^3$  displays carbon number 1 to 6 alkyl group or alkoxy group.)

[Claim 11] Below-mentioned General Formula (2),



Formation method of silicon compound film which designates that plasma CVD is done in the atmosphere which includes organosilane compound and oxygen gas which are displayed with the (In above equation,  $R^3$  displays carbon number 1 to 6 alkyl group or alkoxy group.) as feature.

[Claim 12] Method which is stated in Claim 11 where fluorine gas is added in the aforementioned atmosphere.

[Claim 13] Fluorine gas fluorocarbon, method which is stated in

たは  $\text{NF}_3$  のガスである請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】 請求項 10 記載の珪素化合物膜を絶縁膜として含む半導体装置。

【請求項 15】 請求項 10 記載の珪素化合物膜を耐湿性保護膜として含む半導体装置。

# [発明の詳細な説明]

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、珪素化合物膜およびその製造方法に関する。本発明の珪素化合物膜の形成方法により得られる膜は、低誘電率であり、しかも吸湿性が低い。したがって、この珪素化合物膜を用いて形成した集積回路は、配線遅延の少ない高速デバイスを提供することが可能となる。また、この珪素化合物膜は、 $\text{Si}$ -パーフルオロ基とからなっているため半導体製造工程で使用される酸素プラズマ処理に耐え得る材料であり、製造工程を通して低誘電率を保持する。

[0002]

【従来の技術】半導体集積回路の集積度の向上に伴い、素子形成の表面段差が大きくなるとともに、配線の微細化による配線抵抗の増大を防ぐために配線を厚くする必要に迫られている。一方、配線遅延 ( $t$ ) は、配線抵抗 ( $R$ ) と配線間の容量 ( $C$ ) とに影響を受け、

$$t = kCR$$

で表される ( $k$  はコンスタントである)。したがって、配線遅延を少なくするための方法としては、配線抵抗を下げる方法と絶縁膜の誘電率を低下させる方法が挙げられる。本発明は、絶縁膜の低誘電率化により配線遅延を少なくする方法である。従来から、絶縁材料としては、化学的気相成長法 (CVD) による  $\text{SiO}_2$  系材料が使用されてきた。CVD 系材料で最も低誘電率の  $\text{SiO}_2$  でその誘電率は約 4.0 であった。低誘電率 CVD 膜として、近年  $\text{SiOF}$  系材料が広く検討されているが、その誘電率は 3.0 ~ 3.5 であり、吸湿による誘電率の上昇が見られるという問題がある。また、低誘電率材料として古くから知られているフルオロカーボン系ポリマは、熱分解温度が  $400^\circ\text{C}$  以下であり、半導体製造プロセスで使用される  $400^\circ\text{C}$  以上の温度では熱分解を生じるため実用化が困難となっている。

Claim 12 which is the  $\text{F}_2$  or  $\text{NF}_3$  a gas.

[Claim 14] Semiconductor device which includes silicon compound membrane which is stated in Claim 10 as the insulating film.

[Claim 15] Semiconductor device which includes silicon compound membrane which is stated in Claim 10 as the moisture resistance protective film.

# [Description of the Invention]

[0001]

[Technological Field of Invention] This invention regards silicon compound membrane and its manufacturing method. membrane which is acquired by formation method of silicon compound membrane of this invention to be low dielectric constant, furthermore moisture absorption is low. Therefore, making use of this silicon compound membrane, as for integrated circuit which it formed, it becomes possible to offer high speed device where wire delay is little. In addition, this silicon compound membrane, because it has consisted of  $\text{Si}$ -perfluoro group, is the material which it can withstand oxygen plasma treatment which with semiconductor manufacture step is used, the low dielectric constant is kept through production step.

[0002]

[Prior Art] Attendant upon improvement of degree of integration of semiconductor integrated circuit, as surface step of element formation becomes large, it is approached necessary to make the metallization thick in order to prevent increase of metallization resistance with the narrowing of metallization. On one hand, wire delay ( $t$ ) in metallization resistance ( $R$ ) and capacity ( $C$ ) between metallization influence receiving,

$$T = kCR$$

So ( $k$  is constant) which is displayed. Therefore, as method in order to decrease wire delay, method which lowers metallization resistance, method which decreases dielectric constant of insulating film. this invention is method which decreases wire delay with permittivity reduction of the insulating film. From until recently, as insulating material,  $\text{SiO}_2$  type material due to the chemical vapor phase deposition method (CVD) was used. With CVD system material most dielectric constant was approximately 4.0 with  $\text{SiO}_2$  of low dielectric constant. As low dielectric constant CVD film, recently  $\text{SiOF}$ -based material is widely examined, but dielectric constant is the 3.0 to 3.5, there is a problem that you can see rise of dielectric constant with absorbed moisture. In addition, for a long time as for fluoro carbon type polymer which is known, thermal decomposition temperature is the  $400^\circ\text{C}$  or below as low dielectric constant material, in order with temperature of  $400^\circ\text{C}$  or higher which is used with semiconductor manufacturing process to cause thermal

[0003]

【発明が解決しようとする課題】 上述したように低誘電率絶縁膜を用いた高速デバイスが検討されている。しかし、従来のCVD膜はSiO<sub>2</sub>系材料が用いられているため、従来の材料系での低誘電率化が困難である。また、四官能シラン源とフッ素系ガスを用いて形成したSiOF膜は、その誘電率が従来材料に比べて4.0から3.0~3.5へと低下するものの吸湿による誘電率の上昇が見られるという課題がある。

【0004】 本発明の目的は、これらの問題を解消することにより、半導体製造工程に用いられる熱処理工程で酸化や分解を生じず、酸素プラズマ処理により酸化を受けることのない膜を形成することが可能であり、3.0以下の誘電率を実現することが可能な材料を提供することにある。さらに、吸湿性が低く、吸湿による加水分解を生じない膜およびその製造方法を提供することにある。

[0005]

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、上記課題を解決するため、下記一般式(1)、



【上式中、R<sup>1</sup>は炭素数1~6のアルキル基、好ましくは炭素数1~3のアルキル基を表し、R<sup>2</sup>は水素原子または炭素数1~3のアルコキシ基を表し、xは1~3の整数である】で表される有機シラン化合物とフッ素またはフッ素化合物とから誘導されたフッ素含有有機シラン化合物のガスを含む雰囲気中でプラズマCVDを行うことにより得られたフッ化炭素基含有珪素化合物からなり、3.0以下の誘電率を有する珪素化合物膜が提供される。

【0006】 すなわち、この珪素含有化合物膜は、上記一般式(1)で表される有機シラン化合物とフッ素またはフッ素化合物とから誘導されたフッ素含有有機シラン化合物のガスを含む雰囲気中でプラズマCVDを行うことにより得ることができるものである。例えば、上記のフッ素含有有機シラン化合物のガスと酸素ガスとを含む雰囲気中でプラズマCVDを行うことによりフッ化炭素基含有酸化珪素化合物膜が得られる。同様に、上記のフッ素含有有機シラン化合物のガスと窒素ガスとを含む雰囲気中でプラズマCVDを行えばフッ化炭素基含有窒化珪素化合物膜が得られ、フッ素含有有機シラン化合物のガスと酸化窒素ガスとを

decomposition utilization has become difficult.

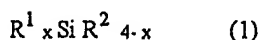
[0003]

[Problems to be Solved by the Invention] Above-mentioned way high speed device which uses low dielectric constant insulating film is examined. But, as for conventional CVD membrane because SiO<sub>2</sub> type material is used, permittivity reduction with conventional material type is difficult. In addition, SiOF film which was formed making use of tetrafunctional silane source and the fluorine type gas, dielectric constant is a problem that you can see rise of dielectric constant with absorbed moisture of those which decrease to with 4.0 to 3.0 to 3.5 in comparison with conventional material.

[0004] It is possible, to form film which does not have fact that as for object of this invention, there are times when these problem are cancelled, they do not cause oxidation and disassembly with thermal processing step which is used for semiconductor manufacture step, they receive oxidation with oxygen plasma treatment it is to offer material whose it is possible to actualize dielectric constant of the 3.0 or below. Furthermore, it is to offer film and its manufacturing method where moisture absorption is low, does not cause hydrolysis due to absorbed moisture.

[0005]

[Means to Solve the Problems] According to this invention, in order to solve above-mentioned problem, the below-mentioned General Formula (1),



It consists of fluorocarbon group-containing silicon compound which it acquires by doing plasma CVD in the atmosphere which includes gas of fluorine containing organosilane compound which was induced from the organosilane compound and fluorine or fluorine compound being displayed with (In above equation, R<sup>1</sup> displays carbon number 1 to 6 alkyl group and preferably carbon number 1 to 3 alkyl group, R<sup>2</sup> displays hydrogen atom or carbon number 1 to 3 alkoxy group, x is integer of 1 to 3.), the silicon compound film which possesses dielectric constant of 3.0 or below is offered.

[0006] This silicon content compound film of namely, is something which can be acquired by doing plasma CVD in atmosphere which includes gas of the fluorine containing organosilane compound which was induced from organosilane compound and fluorine or fluorine compound which are displayed with above-mentioned General Formula (1). fluorocarbon group-containing silicon oxide compound film is acquired by doing plasma CVD in atmosphere which includes with gas and oxygen gas of for example above-mentioned fluorine containing organosilane compound. If in same way, plasma CVD is done in atmosphere which includes with the gas and nitrogen gas of above-mentioned fluorine

含む雰囲気中でプラズマCVDを行えばフッ化炭素基含有窒化酸化珪素化合物膜が得られる。

【0007】本発明において、フッ素含有有機シラン化合物のガスの生成とプラズマCVDは、同一のチャンバ中で行われてもよく、あるいは別々のチャンバ中で行われてもよい。フッ素含有有機シラン化合物のガスの生成とプラズマCVDとを別々のチャンバ中で行う場合、フッ素含有有機シラン化合物のガスを第1のチャンバ中で生成させ、次いでこのガスを第2のチャンバに導入し、この第2のチャンバ中でプラズマCVDを行うことができる。

【0008】フッ素含有有機シラン化合物のガスは、上記一般式(1)で表される有機シラン化合物とフッ素またはフッ素化合物との反応により得られる。ここで、フッ素はフッ素ガスであり、フッ素化合物は $\text{NF}_3$ などのフッ化窒素化合物のガスまたは $\text{C}_2\text{F}_6$ などのフッ化炭素化合物のガスであるのがよい。本発明は、また、下記一般式(2)



〔上式中、 $\text{R}^3$ は炭素数1~6のアルキル基またはアルコキシ基を表す〕で表される有機シラン化合物と酸素ガスを含む雰囲気中でプラズマCVDを行うことにより得られたフッ化炭素基含有珪素化合物からなる珪素化合物膜を提供する。

【0009】この珪素化合物膜は、上記一般式(2)で表される有機シラン化合物と酸素ガスを含む雰囲気中でプラズマCVDを行うことにより得ることができる。この方法において、前記雰囲気中にフッ素ガスを添加してもよく、かかるフッ素ガスは、好ましくは、フルオロカーボン、 $\text{F}_2$ または $\text{NF}_3$ のガスである。

【0010】

〔作用〕本発明に係る珪素化合物膜は、 $\text{SiCF}_x$ 結合を有するフッ化炭素基含有珪素化合物からなり、低誘電率皮膜の形成が可能である。また、形成した低誘電率皮膜は、半導体製造工程での熱分解および酸化を受けにくい。さらに、吸湿性が低く、誘電率変化を生じにくいために低誘電率を維持できる。また、導入ガスの流量比を変えることによりストレスを制御することも可能である。したがって、本発明の珪素化合物膜を絶縁膜もしくは耐湿性保護膜として用いることにより、高信頼性の半導体装置を得ることができ、配線遅延の少ない高速デバイスを実現することができる。

containing organosilane compound, fluorocarbon group-containing nitriding silicon compound film is acquired, if plasma CVD is done in atmosphere which includes with the gas and nitrogen oxide gas of fluorine containing organosilane compound fluorocarbon group-containing nitriding silicon oxide compound film is acquired.

[0007] Regarding to this invention, gas production and plasma CVD of fluorine containing organosilane compound may be done in same chamber, or in separate chamber to be done are possible. When it does with gas production and plasma CVD of fluorine containing organosilane compound in separate chamber, forming gas of fluorine containing organosilane compound in chamber of 1st, it introduces this gas into chamber of 2nd next, it is possible to do plasma CVD in chamber of this 2nd.

[0008] Gas of fluorine containing organosilane compound is acquired of organosilane compound and by reaction with fluorine or fluorine compound which is displayed with the above-mentioned General Formula (1). Here, fluorine is fluorine gas, as for fluorine compound it is good to be a gas of  $\text{NF}_3$  or other fluoride nitrogen compound or a gas of  $\text{C}_2\text{F}_6$  or other fluorocarbon compound. As for this invention, in addition, below-mentioned General Formula (2),



Silicon compound film which consists of fluorocarbon group-containing silicon compound which is acquired by doing the plasma CVD in atmosphere which includes organosilane compound and oxygen gas which are displayed with (In above equation,  $\text{R}^3$  displays carbon number 1 to 6 alkyl group or alkoxy group.) is offered.

[0009] It can acquire this silicon compound film, by doing plasma CVD in atmosphere which includes organosilane compound and oxygen gas which are displayed with the above-mentioned General Formula (2). Regarding to this method, it is possible to add fluorine gas in the aforementioned atmosphere, this fluorine gas, preferably, fluorocarbon, is  $\text{F}_2$  or  $\text{NF}_3$  gas.

[0010]

[Work or Operations of the Invention] Silicon compound membrane which relates to this invention consists of fluorocarbon group-containing silicon compound which possesses  $\text{SiCF}_x$  connection, formation of low dielectric constant film is possible. In addition, low dielectric constant film which was formed is difficult to receive the pyrolysis and oxidation with semiconductor manufacture step. Furthermore, moisture absorption is low, to cause dielectric constant change can maintain the low dielectric constant difficult in damaging. In addition, also it is possible to control stress by changing the flow ratio of introduced gas. Therefore, silicon compound membrane of this invention as insulating film or moisture resistance protective film by using, be able to acquire semiconductor device of high reliability, high speed device where wire delays little can be actualized.

【0011】

【実施例】以下に実施例を挙げ、本発明をさらに説明する。

## 実施例 1

平行平板型プラズマCVD装置を用い、以下の条件でSi平板上に約0.5  $\mu$ m厚の薄膜を形成した。

【0012】

POWER: 高周波 (13.56 MHz) / 80W

低周波 (250 KHz) / 90W

圧力: 5 Torr

基板温度: 400 °C

電極間距離: 250 mils

ガス分圧: メチルトリエトキシシラン: C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>: O<sub>2</sub> = 480:700:350 sccm

(ただし、メチルトリエトキシシランはHeバブリングにてチャンバ内へ導入しており、Heの流量である)

製膜速度: 500 Å/分

形成した薄膜の赤外吸収スペクトルを図1に示す。図1からこの薄膜がSi-CF結合を有することがわかる。この膜上に電極を形成し、誘電率を測定した結果 $\epsilon=2.5$  (周波数1 MHz) の膜であることが確認できた。

【0013】次に、上記と同一の条件下に、配線厚800 Å、最小線幅0.5  $\mu$ mのアルミ配線を施した基板の上にこの絶縁膜を形成し、500 °Cで熱処理し、さらに酸素プラズマ処理を行ったところ、膜減りおよびクラック発生は見られなかった。また、大気中に1週間放置した後に誘電率を再測定した結果、誘電率の変化は全く認められなかった。昇温脱離ガス分析による吸着水の測定でも、CVD-SiN膜と同等の吸着水量であることが確認された。

【0014】実施例 2

5個のリングオシレータを形成した基板の上に実施例1と同様の条件で薄膜を形成し、リングオシレータが直列に接続するようにスルーホールを形成し、2層目配線まで形成した基板と、比較材料として絶縁膜としてガス分圧を変えた以外は実施例1と同様の条件で形成したTEOS

[0011]

[Working Example(s)] Working Example is listed below, this invention furthermore is explained.

## Working Example 1

Making use of parallel flat plate type plasma CVD equipment, with condition below thin film of approximately 0.5  $\mu$ m thick was formed on Si flat sheet.

[0012]

POWER: High frequency (13.56 MHz) / 80W

Low frequency (250 KHz) / 90W

Pressure: 5 Torr

Substrate temperature: 400 °C

Electrode spacing: 250 mils

Gas partial pressure: Methyl triethoxysilane: C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>: O<sub>2</sub> = 480:700:350 sccm

(However, we introduce methyl triethoxysilane to inside chamber with He bubbling, it is a flow of He.)

Film production speed: 500 Å per minute

Infrared absorption spectrum of thin film which it formed is shown in Figure 1. It understands that this thin film has Si-CF connection from Figure 1. It could form electrode on this membrane, it could verify that it is a membrane of result  $\epsilon=2.5$  (frequency 1 MHz) which measured dielectric constant.

[0013] Next, under same condition as description above, metallization thick 800 Å, it formed this insulating film on substrate which administers aluminum metallization of minimum linewidth 0.5  $\mu$ m thermal processing did with 500 °C, furthermore when oxygen plasma treatment was done, film reduction or cracking were not seen. In addition, 1 week after leaving, as for result re-measuring dielectric constant, as for change of dielectric constant it was not completely recognized in atmosphere. It was verified even with measurement of adsorbed water with temperature rise liberation gas analysis that it is a amount of adsorbed water which is equal to CVD-SiN film.

[0014] Working Example 2

Thin film is formed with condition which is similar to Working Example 1 on the substrate which 5 formed ring oscillator, in order for ring oscillator to connect to series array, through hole is formed. To second layer metallization substrate which was formed, As comparative material change other than changing gas



— SiO<sub>2</sub> 膜を用いた基板を準備した。

【0015】それぞれの基板の配線遅延を比較した結果、本発明による絶縁膜を用いた基板において約25%の配線遅延短縮が可能であることがわかった。

### 実施例3

平行平板型プラズマCVD装置を用い、以下の条件でSi平板上に約0.5 μm厚の薄膜を形成した。

【0016】

POWER: 高周波 (13.56 MHz) / 80W

低周波 (250 KHz) / 90W

圧力: 5 Torr

基板温度: 400 °C

電極間距離: 250 mils

ガス分圧: メチルシラン: C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>: O<sub>2</sub> = 20:700:350 sccm

製膜速度: 500 Å/分

形成した薄膜の赤外吸収スペクトルは図1と同様であることからこの薄膜がSi-CF結合を有することがわかる。この膜上に電極を形成し、誘電率を測定した結果ε=2.5 (周波数1 MHz) の膜であることが確認できた。

【0017】次に、上記と同一の条件下に、配線厚8000 Å、最小線幅0.5 μmのアルミ配線を施した基板の上にこの絶縁膜を形成し、500 °Cで熱処理し、さらに酸素プラズマ処理を行ったところ、膜減りおよびクラック発生は見られなかった。また、大気中に1週間放置した後に誘電率を再測定した結果、誘電率の変化は全く認められなかった。昇温脱離ガス分析による吸着水の測定でも、CVD-SiN膜と同等の吸着水量であることが確認された。

【0018】比較例1

平行平板型プラズマCVD装置を用い、以下の条件でSi平板上に約0.5 μm厚の薄膜を形成した。

POWER: 高周波 (13.56 MHz) / 80W

partial pressure as insulating film, substrate which uses TEOS - SiO<sub>2</sub> film which was formed with condition which is similar to Working Example 1 was prepared.

[0015] As for result of comparing wire delay of respective substrate, it understood that wire delay shortening of approximately 25 % is possible in the substrate which uses insulating film due to this invention.

### Working Example 3

Making use of parallel flat plate type plasma CVD equipment, with condition below thin film of approximately 0.5 μm thick was formed on Si flat sheet.

[0016]

POWER: High frequency (13.56 MHz) / 80W

Low frequency (250 KHz) / 90W

Pressure: 5 Torr

Substrate temperature: 400 °C

Electrode spacing: 250 mils

Gas partial pressure: Methylsilane: C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>: O<sub>2</sub> = 20:700:350 sccm

Film production speed: 500 Å per minute

As for infrared absorption spectrum of thin film which it formed it understands that this thin film has Si - CF connection from fact that it is similar to the Figure 1. It could form electrode on this membrane, it could verify that it is a membrane of result ε=2.5 (frequency 1 MHz) which measured dielectric constant.

[0017] Next, under same condition as description above, metallization thick 8000 Å, it formed this insulating film on substrate which administers aluminum metallization of minimum linewidth 0.5 μm thermal processing did with 500 °C, furthermore when oxygen plasma treatment was done, film reduction or cracking were not seen. In addition, 1 week after leaving, as for result re-measuring dielectric constant, as for change of dielectric constant it was not completely recognized in atmosphere. It was verified even with measurement of adsorbed water with temperature rise liberation gas analysis that it is a amount of adsorbed water which is equal to CVD - SiN film.

[0018] Comparative Example 1

Making use of parallel flat plate type plasma CVD equipment, with condition below thin film of approximately 0.5 μm thick was formed on Si flat sheet.

POWER: High frequency (13.56 MHz) / 80W

低周波 (250 KHz) / 90W

圧力 : 5 Torr

基板温度 : 400 °C

電極間距離 : 250 mils

ガス分圧 : テトラエトキシシラン :  $C_2F_6$  :  $O_2$  = 48 : 700 : 350 sccm

(ただし、テトラエトキシシランはHeバブリングにてチャンバ内へ導入しており、Heの流量である)

製膜速度 : 500 Å / 分

この膜上に電極を形成し、誘電率を測定した結果  $\epsilon = 3.2$  (周波数 1 MHz) の膜であることが確認できた。

【0019】次に、上記と同じ条件下に、配線厚 8000 Å、最小線幅 0.5  $\mu m$  のアルミ配線を施した基板上にこの絶縁膜を形成し、500 °C で熱処理し、さらに酸素プラズマ処理を行ったところ、膜減りおよびクラック発生は見られなかった。しかし、大気中に1週間放置した後に誘電率を再測定したところ、 $\epsilon = 5.4$  (周波数 1 MHz) と誘電率が上昇していた。昇温脱離ガス分析により吸着水の測定では、吸着水量が約一桁増えていることが確認された。

#### 【0020】実施例4

平行平板型プラズマCVD装置を用い、先ず以下の条件で反応を行った。

POWER : 高周波 (13.56 MHz) / 80W

低周波 (250 KHz) / 90W

圧力 : 5 Torr

温度 : 400 °C

ガス分圧 : メチルトリエトキシシラン :  $NF_3$  = 480 : 700 sccm

(ただし、メチルトリエトキシシランはHeバブリングにてチャンバ内へ導入しており、Heの流量である)

次いで、生成した反応ガスを上記と同じ構成を有する装置に移し、この装置中において、次の条件下にSi平板上に約 0.5  $\mu m$  厚の薄膜を形成した。

#### 【0021】

Low frequency (250 KHz) / 90W

Pressure : 5 Torr

Substrate temperature : 400 °C

Electrode spacing : 250 mils

Gas partial pressure : Tetraethoxysilane :  $C_2F_6$  :  $O_2$  = 480:700:350 sccm

(However, we introduce tetraethoxysilane to inside chamber with He bubbling, it is a flow of He.)

Film production speed : 500 Å per minute

It could form electrode on this membrane, it could verify that it is a membrane of result  $\epsilon = 3.2$  (frequency 1 MHz) which measured dielectric constant.

[0019] Next, under same condition as description above, metallization thick 8000 Å, it formed this insulating film on substrate which administers aluminum metallization of minimum linewidth 0.5  $\mu m$  thermal processing did with 500 °C, furthermore when oxygen plasma treatment was done, film reduction or cracking were not seen. But, in atmosphere 1 week after leaving, when dielectric constant re-was measured,  $\epsilon = 5.4$  (frequency 1 MHz) and dielectric constant rose. With measurement of adsorbed water, amount of adsorbed water approximately one magnitude increasing was verified by temperature rise liberation gas analysis.

#### [0020] Working Example 4

Making use of parallel flat plate type plasma CVD equipment, it reacted first with condition below.

POWER: High frequency (13.56 MHz) / 80W

Low frequency (250 KHz) / 90W

Pressure : 5 Torr

Temperature : 400 °C

Gas partial pressure : Methyl triethoxysilane :  $NF_3$  = 480:700 sccm

(However, we introduce methyl triethoxysilane to inside chamber with He bubbling, it is a flow of He.)

Next, reactive gas which is formed as description above was moved to the equipment which possesses same constitution, under following condition the thin film of approximately 0.5  $\mu m$  thick was formed on Si flat plate in this equipment.

#### [0021]

POWER: 高周波 (13.56 MHz) / 80W

低周波 (250 KHz) / 90W

圧力: 5 Torr

基板温度: 400 °C

電極間距離: 250 mils

ガス分圧: 上記反応ガス:  $O_2 = 350 : 350$  sccm

製膜速度: 3000 Å/分

これにより、実施例1とほぼ同等の薄膜が得られた。

#### 【0022】実施例5

平行平板型プラズマCVD装置を用い、以下の条件でSi平板上に約0.5 μm厚の薄膜を形成した。

印加電力: 13.56 MHz / 300W

圧力: 5.0 Torr

基板温度: 400 °C

電極間距離: 250 mils

ガス分圧: テトラエトキシシラン:  $CF_4 = 100 : 500$  sccm

(ただし、テトラエトキシシランはHeバブリングにてチャンバ内へ導入しており、Heの流量である)

形成した薄膜に導入されたC, F, SiおよびOの元素濃度を図2に示す。図2からこの薄膜がSi-CF結合を有することがわかる。この膜上に電極を形成し、誘電率を測定した結果 $\epsilon = 2.5$  (周波数1 MHz) の膜であることが確認できた。

【0023】次に、図3に示すようにして、上記と同一の条件下に、配線厚8000 Å、最小線幅0.5 μmのアルミ配線を施した基板にこの絶縁膜を形成し、500 °Cで熱処理し、さらに酸素プラズマ処理を行ったところ、膜減りおよびクラック発生は見られなかった。また、大気中に2週間放置した後に誘電率を再測定した結果、誘電率の変化は全く認められなかった (図4)。

#### 【0024】実施例6

POWER: High frequency (13.56 MHz) / 80W

Low frequency (250 KHz) / 90W

Pressure: 5 Torr

Substrate temperature: 400 °C

Electrode spacing: 250 mils

Gas partial pressure: Above-mentioned reactive gas:  $O_2 = 350:350$  sccm

Film production speed: 3000 Å per minute

Because of this, thin film which is almost equal to Working Example 1acquired.

#### [0022] Working Example 5

Making use of parallel flat plate type plasma CVD equipment, with condition below thin film of approximately 0.5 μm thick was formed on Si flat sheet.

Applied power: 13.56 MHz / 300W

Pressure: 5.0 Torr

Substrate temperature: 400 °C

Electrode spacing: 250 mils

Gas partial pressure: Tetraethoxysilane:  $CF_4 = 100:500$  sccm

(However, we introduce tetraethoxysilane to inside chamber with He bubbling, it is a flow of He.)

Element concentration of C, F, Si and O which is introduced into thin film which it formed is shown in Figure 2. It understands that this thin film has Si-CF connection from Figure 2. It could form electrode on this membrane, it could verify that it is a membrane of result  $\epsilon = 2.5$  (frequency 1 MHz) which measured dielectric constant.

[0023] Next, under same condition as description above, metallization thick 8000 Å, it formed this insulating film on substrate which administers aluminum metallization of minimum linewidth 0.5 μm to show in Figure 3, thermal processing did with 500 °C, furthermore when oxygen plasma treatment was done, film reduction or cracking were not seen. In addition, 2 weeks after leaving, as for result re-measuring dielectric constant, as for change of dielectric constant it was not completely recognized in atmosphere, (Figure 4).

#### [0024] Working Example 6

平行平板型プラズマCVD装置を用い、以下の条件でSi  
平板上に約0.5 μm厚の薄膜を形成した。

印加電力：13.56 MHz / 300 W

圧力：1.0 Torr

基板温度：350 °C

電極間距離：250 mils

ガス分圧：(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>SiCF<sub>3</sub> : O<sub>2</sub> = 200 : 300 sccm

(ただし、(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>SiCF<sub>3</sub>はArバブリングにて  
チャンバ内へ導入しており、Arの流量である)

形成した薄膜の赤外吸収スペクトルを図5に、またXPS  
チャートを図6に示す。図5および図6からこの薄膜がSi-  
CF結合を有することがわかる。この膜上に電極を形  
成し、誘電率を測定した結果ε=2.51(周波数1 MHz  
)の膜であることが確認できた。

[0025] 次に、図3に示すようにして、上記と同一の  
条件下に、配線厚8000 Å、最小線幅0.5 μmのアル  
ミ配線を施した基板の上にこの絶縁膜を形成し、500 °Cで  
熱処理を行ったところ、膜減りおよびクラックの発生は見  
られなかった。また、大気中に2週間放置した後に誘電率  
を再測定した結果、誘電率の変化は全く認められなかった  
(図7)。さらに、昇温脱離ガス分析による吸着水の測定  
でも、変化は認められなかった(図8)。

#### [0026] 実施例7

5個のリングオシレーターを形成した基板の上に、実施  
例6と同様の条件下に、薄膜を形成し、リングオシレ  
ーターが直列に接続するようにスルーホールを設けて、2  
層目まで形成した基板と、比較資料としてガス組成を変え  
た以外は実施例6と同じ条件でテトラエトキシシラン-Si  
O<sub>2</sub>膜を形成した基板を用いた。

[0027] それぞれの基板の配線遅延を比較した結果、  
本発明による絶縁膜を用いた基板の方が約25%の配線遅  
延短縮が可能であることが認められた。

#### 実施例8

平行平板型プラズマCVD装置を用い、以下の条件でSi  
平板上に約0.5 μm厚の薄膜を形成した。

Making use of parallel flat plate type plasma CVD equipment, with  
condition below thin film of approximately 0.5 μm thick was  
formed on Si flat sheet.

Applied power : 13.56 MHz / 300 W

Pressure : 1.0 Torr

Substrate temperature : 350 °C

Electrode spacing : 250 mils

Gas partial pressure : (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>SiCF<sub>3</sub> : O<sub>2</sub> = 200 : 300 sccm

(However, (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>SiCF<sub>3</sub> We introduce to inside chamber with Ar  
bubbling, it is a flow of Ar.)

Infrared absorption spectrum of thin film which it formed in Fig  
ure 5, in addition the XPS chart is shown in Figure 6. It understands  
that this thin film has Si-CF connection from Figure 5 and Figure  
6. It could form electrode on this membrane, it could verify that  
it is a membrane of result ε=2.51 (frequency 1 MHz) which  
measured dielectric constant.

[0025] Next, under same condition as description above, metalliza  
tion thick 8000 Å, this insulating film was formed on substrate  
which administers aluminum metallization of minimum linewidth 0.  
5 μm to show in Figure 3, when thermal processing was done  
with the 500 °C, occurrence of film reduction or crack was not  
seen. In addition, 2 weeks after leaving, as for result re-  
of measuring dielectric constant, as for change of dielectric  
constant it was not completely recognized in atmosphere, (Figure  
7). Furthermore, change was not recognized even with  
measurement of the adsorbed water with temperature rise  
liberation gas analysis (Figure 8).

#### [0026] Working Example 7

In order on substrate which 5 formed ring oscillator -, under the c  
ondition which is similar to Working Example 6, thin film is  
formed, for the ring oscillator - to connect to series array,  
providing through hole, To second layer substrate which was  
formed, Other than changing gas composition as relative  
material, as Working Example 6 the substrate which formed  
tetraethoxysilane - SiO<sub>2</sub> film with same condition was used.

[0027] As for result of comparing wire delay of respective substrat  
e, the substrate which uses insulating film due to this invention it  
could recognize the fact that wire delay shortening of  
approximately 25 % is possible.

#### Working Example 8

Making use of parallel flat plate type plasma CVD equipment, with  
condition below thin film of approximately 0.5 μm thick was

【0028】印加電力：13.56 MHz / 300 W

圧力：1.0 Torr

基板温度：350 °C

電極間距離：250 mils

ガス分圧：(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>SiCF<sub>3</sub> : CF<sub>4</sub> : O<sub>2</sub> = 200 : 100 : 300 sccm

形成した薄膜の赤外吸収スペクトルを図9に、またXPSチャートを図10に示す。図9および図10からこの薄膜がSi-CF結合を有することがわかる。この膜上に電極を形成し、誘電率を測定した結果 $\epsilon = 2.51$  (周波数1 MHz) の膜であることが確認できた。

【0029】次に、上記と同一の条件下に、配線厚800 Å、最小線幅0.5 μmのアルミ配線を施した基板の上にこの絶縁膜を形成し、500 °Cで熱処理を行ったところ、膜減りおよびクラックの発生は見られなかった。また、大気中に2週間放置した後に誘電率を再測定した結果、誘電率の変化は全く認められなかった(図7)。さらに、昇温脱離ガス分析による吸着水の測定でも、変化は認められなかった(図8)。

#### 【0030】比較例2

平行平板型プラズマCVD装置を用い、以下の条件でSi平板上に約0.5 μm厚の薄膜を形成した。

印加電力：13.56 MHz / 300 W

圧力：1.0 Torr

基板温度：350 °C

電極間距離：250 mils

ガス分圧：SiH<sub>4</sub> : CF<sub>4</sub> = 200 : 300 sccm

この膜上に電極を形成し、誘電率を測定した結果 $\epsilon = 3.20$  (周波数1 MHz) の膜であることが確認できた。

【0031】次に、上記と同一の条件下に、配線厚800 Å、最小線幅0.5 μmのアルミ配線を施した基板の上にこの絶縁膜を形成し、500 °Cで熱処理を行ったところ、膜減りおよびクラックの発生は見られなかった。しかし、大気中に2週間放置した後に誘電率を再測定した結果、 $\epsilon = 3.20$  (周波数1 MHz) と誘電率が増加していた(図

formed on Si flat sheet.

【0028】Applied power : 13.56 MHz / 300 W

Pressure : 1.0 Torr

Substrate temperature : 350 °C

Electrode spacing : 250 mils

Gas partial pressure : (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>SiCF<sub>3</sub> : CF<sub>4</sub> : O<sub>2</sub> = 200:100:300 sccm

Infrared absorption spectrum of thin film which it formed in Figure 9, in addition the XPS chart is shown in Figure 10. It understands that this thin film has Si-CF connection from Figure 9 and Figure 10. It could form electrode on this membrane, it could verify that it is a membrane of result  $\epsilon = 2.51$  (frequency 1 MHz) which measured dielectric constant.

【0029】Next, under same condition as description above, metallization thick 8000 Å, this insulating film was formed on substrate which administers aluminum metallization of minimum linewidth 0.5 μm, when thermal processing was done with 500 °C, occurrence of the film reduction or crack was not seen. In addition, 2 weeks after leaving, as for result re-of measuring dielectric constant, as for change of dielectric constant it was not completely recognized in atmosphere, (Figure 7). Furthermore, change was not recognized even with measurement of the adsorbed water with temperature rise liberation gas analysis (Figure 8).

#### 【0030】Comparative Example 2

Making use of parallel flat plate type plasma CVD equipment, with condition below thin film of approximately 0.5 μm thick was formed on Si flat sheet.

Applied power : 13.56 MHz / 300 W

Pressure : 1.0 Torr

Substrate temperature : 350 °C

Electrode spacing : 250 mils

Gas partial pressure : SiH<sub>4</sub> : CF<sub>4</sub> = 200:300 sccm

It could form electrode on this membrane, it could verify that it is a membrane of result  $\epsilon = 3.20$  (frequency 1 MHz) which measured dielectric constant.

【0031】Next, under same condition as description above, metallization thick 8000 Å, this insulating film was formed on substrate which administers aluminum metallization of minimum linewidth 0.5 μm, when thermal processing was done with 500 °C, occurrence of the film reduction or crack was not seen. But, 2 weeks after leaving, as for result re-of measuring the dielectric

7)。さらに、昇温脱離ガス分析による吸着水の測定では、吸着水量が約1桁増加していることが認められた(図8)。

[0032]

【発明の効果】本発明に係る硅素化合物膜は、低誘電率を示し、また吸湿性が低く、低誘電率を有する絶縁膜の形成が可能であり、配線遅延の低減に効果的である。したがって、高速デバイスを実現するとともに信頼性の高い半導体集積回路および回路基板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例で得られた薄膜の赤外吸収スペクトル図。

【図2】実施例で得られた薄膜に導入されたC、F、SiおよびOの元素濃度を示すグラフ。

【図3】実施例で用いたアルミニウム配線形成プロセスとCVD薄膜の熱処理試験を説明するための模式図。

【図4】実施例で得られた薄膜の誘電率の経時変化のグラフ。

【図5】実施例で得られた薄膜の赤外吸収スペクトル図。

【図6】実施例で得られた薄膜のXPSチャート図。

【図7】実施例で得られた薄膜の誘電率の経時変化のグラフ。

【図8】実施例で得られた薄膜の吸着水量のグラフ。

【図9】実施例で得られた薄膜の赤外吸収スペクトル図。

【図10】実施例で得られた薄膜のXPSチャート図。

constant,  $\epsilon=3.20$ (frequency 1 MHz) and dielectric constant had increased in atmosphere, (Figure 7). Furthermore, with measurement of adsorbed water with temperature rise liberation gas analysis, approximately 1 order having increased it could recognize amount of adsorbed water, (Figure 8).

[0032]

[Effects of the Invention] Silicon compound film which relates to this invention shows low dielectric constant, in addition formation of insulating film where moisture absorption is low, possesses low dielectric constant is possible, is effective in decrease of wire delay. Therefore, as high speed device is actualized, semiconductor integrated circuit and circuit board where the reliability is high can be offered.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1] Infrared absorption spectrum of thin film which is acquired with Working Example.

[Figure 2] Graph which shows element concentration of C, F, Si and O which is introduced into the thin film which is acquired with Working Example.

[Figure 3] Schematic diagram in order to explain thermal processing test of aluminum lead formation process and the CVD thin film which are used with Working Example.

[Figure 4] Graph of change over time of dielectric constant of thin film which is acquired with Working Example.

[Figure 5] Infrared absorption spectrum of thin film which is acquired with Working Example.

[Figure 6] XPS chart of thin film which is acquired with Working Example.

[Figure 7] Graph of change over time of dielectric constant of thin film which is acquired with Working Example.

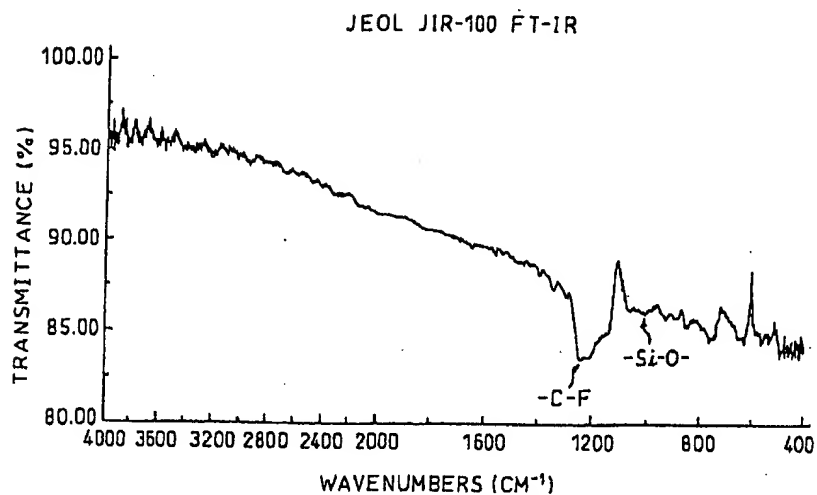
[Figure 8] Graph of amount of adsorbed water of thin film which is acquired with Working Example.

[Figure 9] Infrared absorption spectrum of thin film which is acquired with Working Example.

[Figure 10] XPS chart of thin film which is acquired with Working Example.

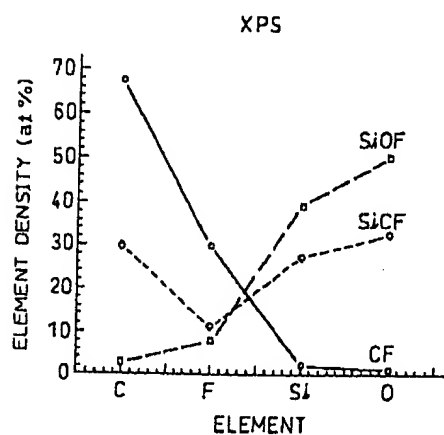
【図 1】

[Figure 1]

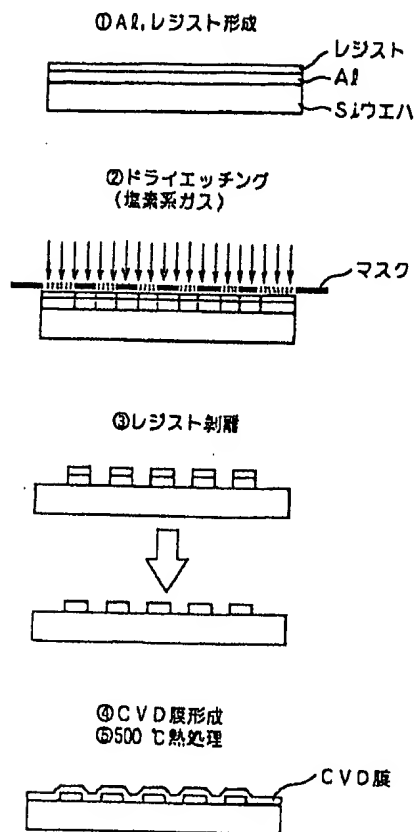


【図 2】

[Figure 2]

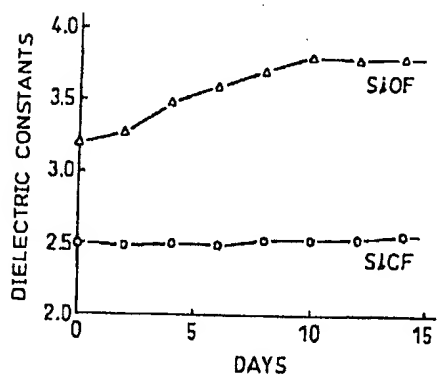


【図 3】



[Figure 3]

【図 4】

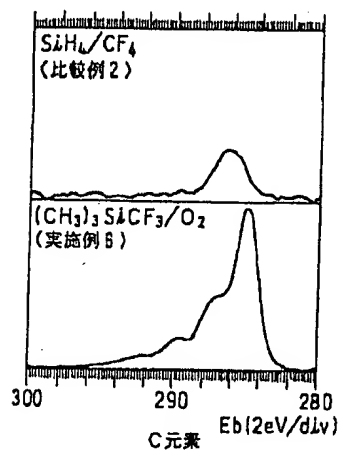


[Figure 4]



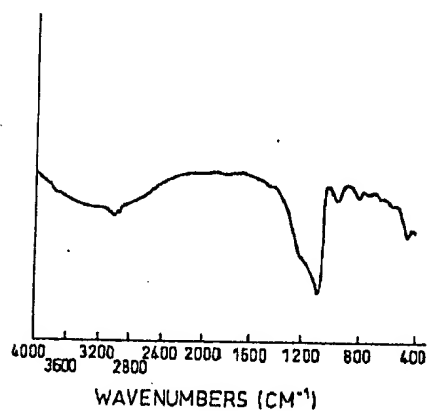
【図 6】

[Figure 6]



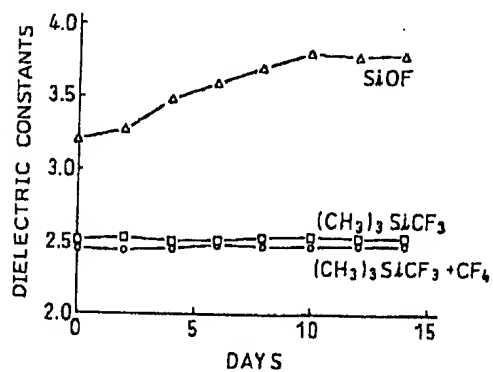
【図 5】

[Figure 5]



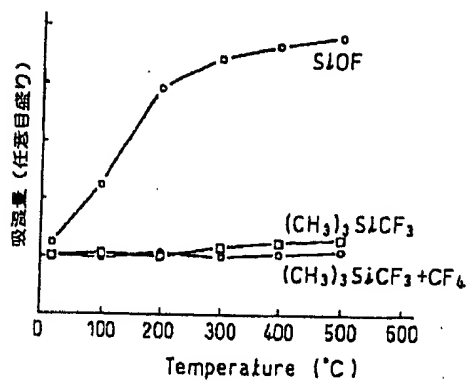
【図 7】

[Figure 7]



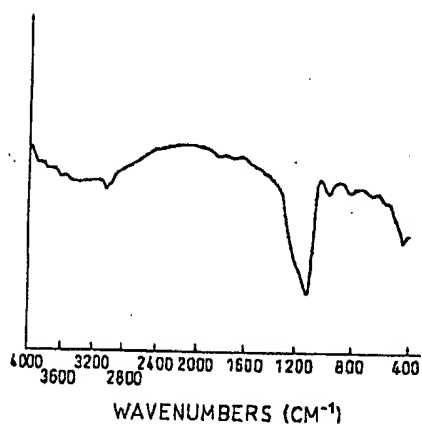
【图 8】

[Figure 8]



【图 9】

[Figure 9]



【图 10】

[Figure 10]

